



MINISTERIO DEL AIRE
DIRECCION GENERAL DE PROTECCION DE VUELO

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

Publicaciones

Serie A (Memorias) núm. 37

EL BAROMETRO DE SIFON DE LECTURA SIMPLE

Por el Meteorólogo

Pío PITA S.-COBIAN

Jefe de la Oficina Central



OFICINA CENTRAL
MADRID, 1963

AEMET-BIBLIOTECA



1014921

© Agencia Estatal de Meteorología. 2018

R-7.989

Sig 108 E = 6



MINISTERIO DEL AIRE
DIRECCION GENERAL DE PROTECCION DE VUELO

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

Publicaciones

Serie A (Memorias) núm. 37

EL BAROMETRO DE SIFON DE LECTURA SIMPLE

Por el Meteorólogo

Pío PITA S.-COBIAN

Jefe de la Oficina Central



OFICINA CENTRAL
MADRID, 1963

GRÁFICAS VIRGEN DE LORETO

UN BAROMETRO DE ESTACION ABSOLUTO ¹⁾

Las casas suministradoras de instrumentos de Meteorología vienen limitando la construcción de barómetros de estación a dos tipos: el de la cubeta fija (escala compensada) y el de Fortin, y algunas reservan el tipo de sifón a instrumentos patrones destinados al contraste de los de uso corriente y en que la medida de la presión exige dos lecturas en nonius a distinta altura para hallar la diferencia entre las dos.

Conocidos son los inconvenientes de los barómetros de cubeta fija:

- 1.º Es preciso compararlos con un patrón.
- 2.º Perdidas unas gotas de mercurio tendrá errores negativos.
- 3.º La fórmula de corrección de temperatura se complica cuando ésta difiere notablemente de aquélla a que fué comparado.
- 4.º Su transporte es difícil, alguna casa lo envía desmontado.
- 5.º Si llega aire al cazaburbujas tendrá errores positivos.
- 6.º Los tubos de vidrio han de ser calibrados a una sección determinada.

El barómetro de Fortin tiene otros inconvenientes:

- 1.º Está sujeto al error de capilaridad.
- 2.º El enrase del mercurio de la cubeta con la punta de marfil es enojoso y algo incierto.

3.º El cero de la escala debe estar en la punta de marfil, es decir, en pieza diferente a la escala y separada de ésta por otras piezas.

El barómetro de sifón de lectura simple no tiene ninguno de estos defectos y sus ventajas son definitivas.

- 1.º Es un barómetro absoluto.
- 2.º Permite medir la altura de los meniscos de mercurio y determinar así la corrección de capilaridad en el caso que los meniscos sean diferentes.
- 3.º Sólo exige un enrase.

(1) El dispositivo de lectura de este barómetro fué premiado con Medalla de Plata en la Exposición de Inventos de Bruselas de 1963.

4.º Precisa una sola lectura, que se hace con nonius, como en los instrumentos anteriores.

Dispositivo de lectura.

El nuevo barómetro es de sifón, con las dos ramas abierta y cerrada en una vertical y la novedad consiste en el sistema de lectura, única y lograda con un solo enrase, como en los corrientes de cubeta fija. Está formado:

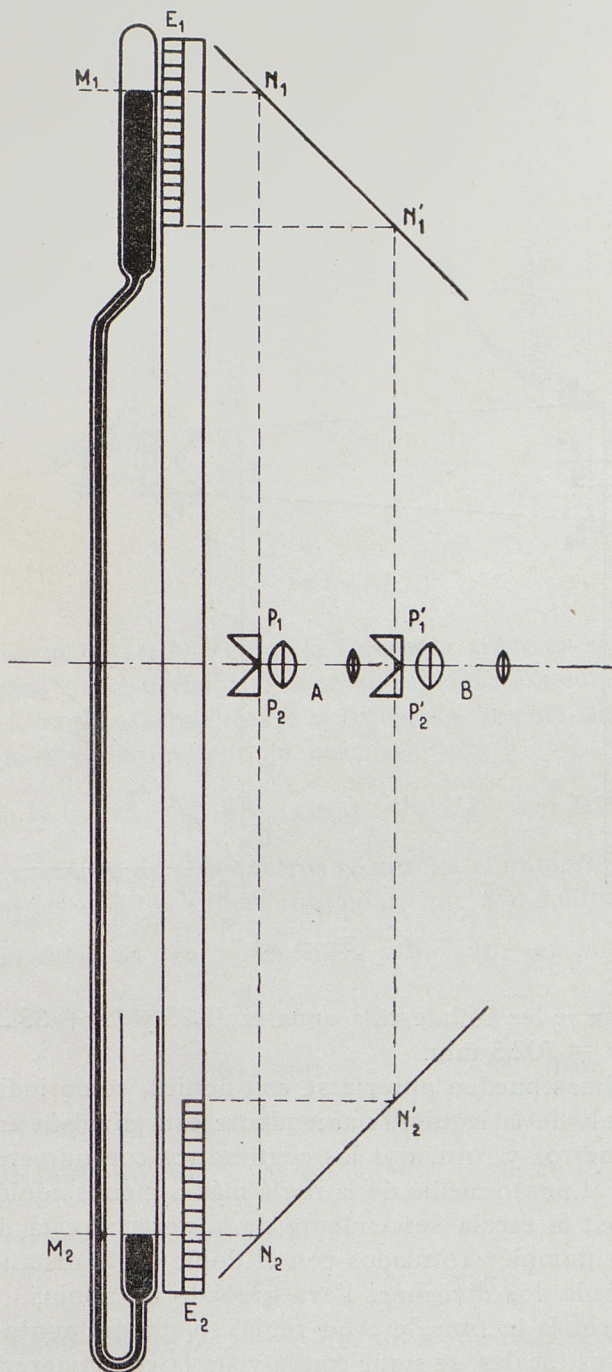
1.º Por una regla $E_1 E_2$, figura 1, adosada al sifón y graduada en milímetros hacia arriba y hacia abajo, a un lado y otro respectivamente de una recta vertical, y a partir de un cero equidistante aproximadamente de los meniscos de mercurio.

2.º Por un sistema de espejos y prismas $N_1 N_2$ y $P_1 P_2$ inclinados 45° respecto a la regla, que superponen las imágenes virtuales de las escalas. Los espejos N_1 y N_2 nos dan (fig. 2) las imágenes virtuales $A_1 B_1$ y $C_1 D_1$ de AB y CD , y los prismas, las $A_2 B_2$ y $C_2 D_2$ de las anteriores superpuestas.

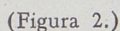
Con las imágenes de las escalas se superponen también las de los meniscos, de modo que el ojo mirando por uno de los prismas verá la rama superior del barómetro y por otro la imagen inferior. La visión simultánea de las dos puede lograrse con un anteojo y si se toman dos precauciones: grabar los números de las escalas invertidos y tapar con una pantalla negra medio menisco en cada rama (fig. 3 a, b), las imágenes se verán como indica la figura 3 c.

En la figura 1 puede verse que, con el anteojo en la posición B, una de las imágenes nos mostrará la rama superior llena de mercurio y la inferior vacía, y si aproximamos el anteojo a la posición A, nos da coincidentes los dos meniscos y los puntos de las escalas a la misma altura, de modo que la lectura de éstas determina el desnivel de los meniscos, o sea la presión.

Obsérvese (fig. 2) que en el campo del anteojo las escalas se cruzan como si los orígenes de ellas estuvieran en O' y O'' , de modo que si P y P' son puntos de la escala superior e inferior respectivamente y sus imágenes aparecen confundidas en P'' , se tendría $P'' O' + P'' O'' = PO + OP'$, y también, en otro punto cualquiera, $QO' + QO'' = PP'$. Así en la figura 3 c, para el trazo 36 de la escala descendente de la izquierda se lee en la ascendente de la derecha 34,25. el desnivel de los meniscos es $36 + 34,25 = 70,25 \text{ cm.} = 702,5$ milímetros y para otro trazo, tal como el 35, de la escala ascendente

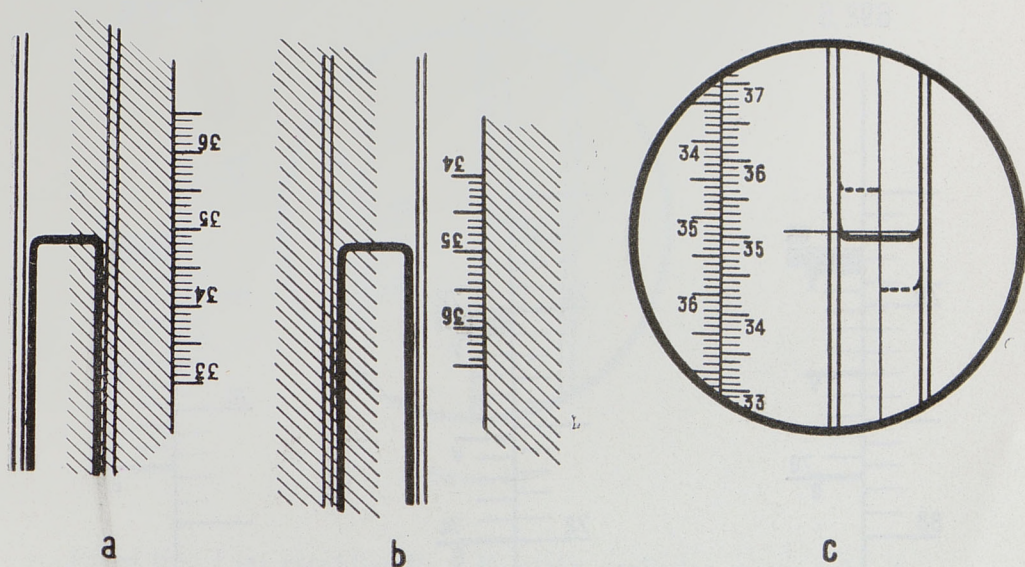


(Figura 1.)



Las décimas pueden apreciarse con nonius, como indica la figura 4, la escala de la izquierda ascendente está dividida en centímetros y milímetros y rotulados los centímetros con número doble de la distancia al punto medio de la regla más o menos equidistante de los meniscos; la escala descendente de la derecha está dividida en centímetros, también rotulados con el doble de la distancia al centro; entre cada dos divisiones lleva grabado un nonius.

— 6 —



(Figura 3.)

tido creciente, de arriba abajo; la izquierda crece en sentido contrario y llegará a una división que se ve repetida inmediatamente más abajo en la regla ascendente de la izquierda; la cota de esta división representa los centímetros de presión.

Así en la figura 4a, 68; en la 4b, 72; en la 4c, 70

y a estos números de centímetros se agrega el número de trazos que hay entre las dos divisiones rotuladas, que son milímetros,

en la figura 4a, 12; en la 4b, 10; en la 4c, 7,

Las sumas serán:

692 mm 730 mm 707 mm

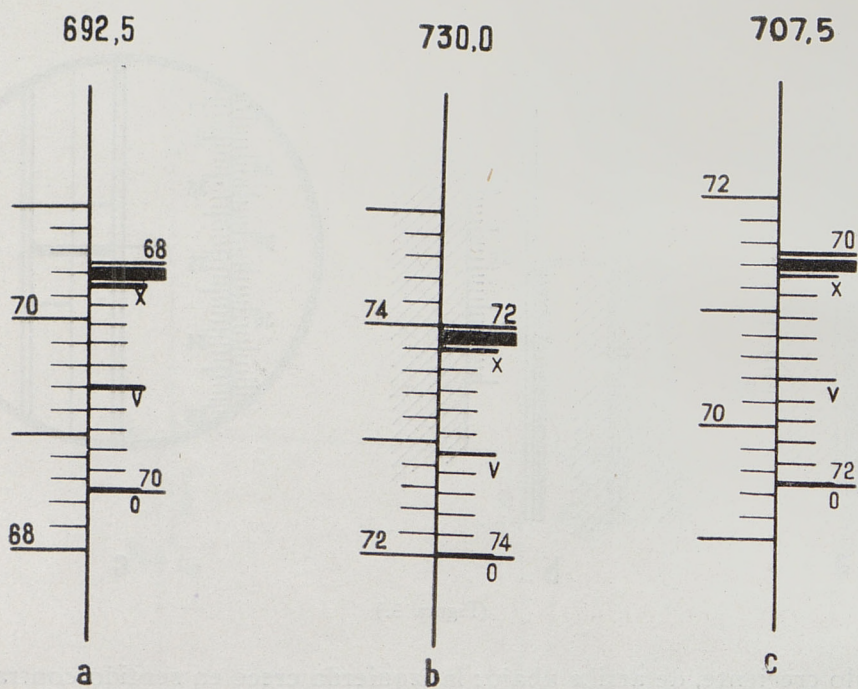
Las décimas de milímetro se leen en los nonius,

en la figura 4a, 5; en la 4b, 0; en la 4c, 5;

y las presiones respectivas son:

692,5 730,0 707,5

Los diámetros de las ramas del sifón son iguales y los meniscos

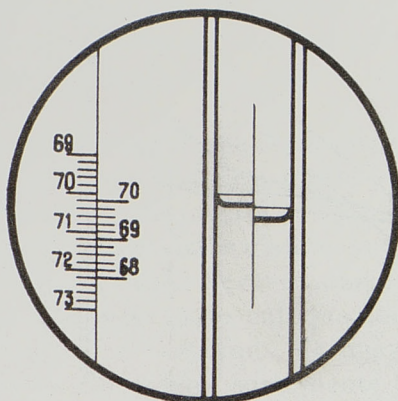


(Figura 4.)

de mercurio casi siempre lo serán; si así no fuera sería preciso medir la altura de los meniscos para determinar la corrección de capilaridad. Esta medida se logra leyendo primero las reglas enrasadas como se explicó; a continuación se enrasa el borde convexo del menisco inferior con el plano del superior, como indica la figura 5, y se vuelven a leer las reglas. La pequeña diferencia entre esta lectura y la anterior es la altura del menisco. Con esta altura y el diámetro del tubo, 10 mm., se entra en las tablas que dan la corrección de capilaridad y se suma a la presión. Procediendo de igual manera con el menisco inferior se tendrá la corrección negativa.

Se han construido dos tipos de barómetro diferenciados en la forma de superponer las imágenes de meniscos y escalas.

BAROMETRO TIPO I: En este tipo de barómetro el enrase de los meniscos se logra simplemente por el movimiento transversal del antejo, según indica la figura 1. Obsérvese en ella que el antejo puede estar enfocado permanentemente para la vista de un observador, ya que la longitud de las visuales es la misma en la posición A que en la B.

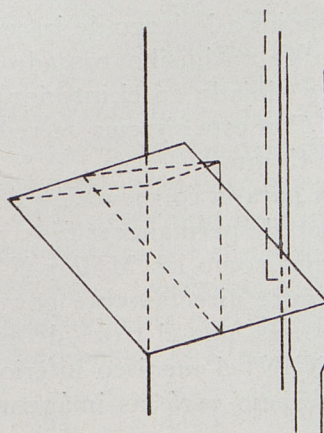
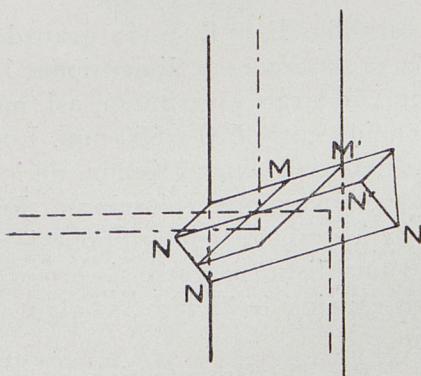
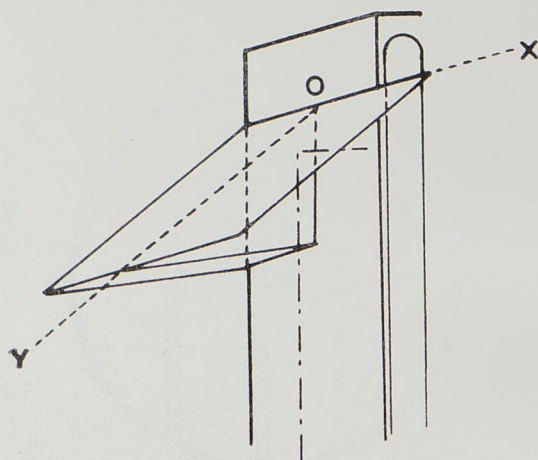


(Figura 5.)

En el tipo I las escalillas E_1 y E_2 están grabadas en un tubo de latón cuadrangular cuya sección es de dimensiones 12×24 ; cada una de ellas tiene 100 mm. de largo y permiten, así, medir un intervalo de presiones comprendido entre 600 y 800 mm. Los espejos que reflejaran estas escalas deberían tener 150 mm. de longitud, y la caja del barómetro sería excesivamente voluminosa. Puede reducirse el tamaño de la caja y de los espejos con un montaje variable de éstos que permita fijarlos a una distancia entre sí apropiada a la altitud de la estación, y así, con espejos de 75 mm., se abarcaría un campo de presiones de 100 mm.

BAROMETRO TIPO II: En este tipo se sustituye el movimiento transversal del anteojo por un movimiento de aproximación o alejamiento de los espejos a lo largo de la regla. Este movimiento se consigue por medio de un husillo roscado por sus extremos en direcciones contrarias y alojado en el interior de la regla graduada descrita para el tipo I. Con este sistema se reducen las dimensiones de los espejos a 30×45 mm.

Una ventaja grande para la construcción del tipo II está en que los prismas centrales han de permanecer fijos y aún pueden ser sustituidos por espejos, tales como los MM' y NN' de la figura 6; de este modo, el ojo que mire directamente por el espejo MM' ve la escala y menisco superiores, por el trozo de espejo NN' verá la escala inferior y por el $N' N'$ el menisco inferior. Si dirige la pulila frente al borde M del espejo verá las imágenes de las dos escalas



(Figura 6.)

contiguas, y si dirige la pupila frente al borde M verá contiguas dos partes de cada menisco, tanto mayor una que otra cuanto que la pupila se desvíe más o menos a un lado u otro del bordo M' del espejo.

De esta forma el observador que distingue bien una escala milimétrica a 40 centímetros de distancia puede prescindir del antejo para leer este barómetro y no precisa ocultar la mitad de cada menisco. Como la distancia de la visión distinta suele ser de 25 a 30 centímetros, este instrumento debe llevar también un antejo de Galilec fijo, con amplio movimiento de enfoque del ocular y con lentes de focos $f = 80$ mm. y $f' = -40$ mm., da imágenes claras amplificadas al doble y la lectura se hace sumamente fácil.

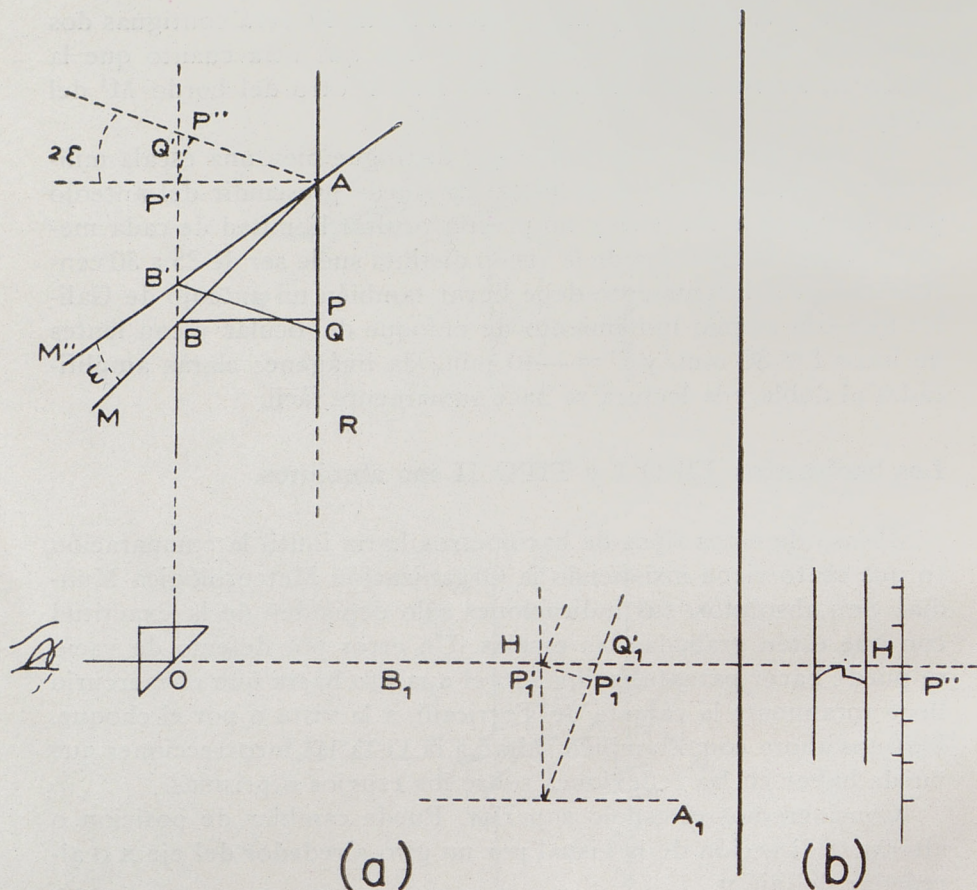
Los barómetros TIPO I y TIPO II son absolutos.

El uso de estos tipos de barómetros haría inútil la comparación en que tanto viene insistiendo la Organización Meteorológica Mundial. Son absolutos, sus indicaciones sólo dependen de la exactitud con que estén grabadas las escalas. Un error por defecto de vacío se puede hacer patente inclinando el aparato hasta que el mercurio llene totalmente la cámara de Torricelli, a la vista o por el choque. Veamos ahora cómo también saltan a la vista las incorrecciones que pueda haber en las reflexiones sobre los espejos o prismas.

Consideremos el espejo superior. Puede cambiar de posición o alterar la dirección de la visual por un giro alrededor del eje x o alrededor del eje y .

Sea en el primer caso, figura 7, AR la traza de la regla graduada sobre el plano del dibujo; AM, el espejo superior que forma con la regla un ángulo de 45° . Supongamos los semimeniscos enrasados, que el superior está al nivel del punto P de la escala, sea OBP la visual al punto P cuya imagen virtual respecto al espejo AM es P'; la del trozo de escala superior PA será P'A, y el ojo verá esta misma imagen virtual reflejada por el prisma en la dirección OB₁ contiguo a otro trozo de la escala inferior de la que un punto H coincida con el P.

Supongamos ahora que el espejo MA gira un pequeño ángulo α alrededor de A hasta ocupar la posición M'A. La visual OB es reflejada en B' y ya no ve el punto P, sino el Q en su imagen Q', el punto P y su menisco se verán en P'', ya no coincidentes con el H de la escala inferior y tampoco coincidirán los semimeniscos (fig. 7b). Un



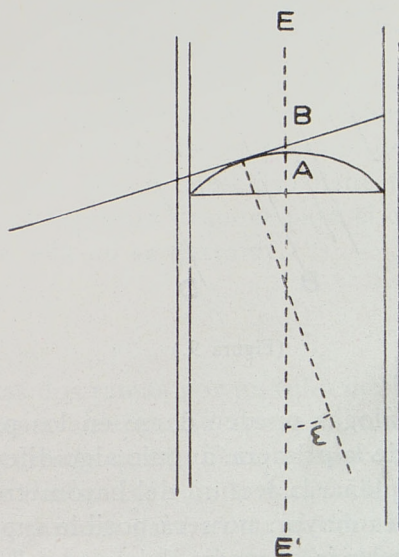
(Figura 7.)

nuevo enrase podrá hacer coincidir otra vez los meniscos, pero simultáneamente coincidirán las imágenes de los puntos P y H y la lectura del barómetro será la misma.

Sin embargo, la imagen virtual AQ' de la escala que da el espejo está inclinada de atrás adelante y algo contraída, pues con el mismo ángulo visual que correctamente vería la escala AP ve ahora un trozo mayor de escala AQ y el nonius igualmente contraído daría un error en las décimas. Pero este posible error salta claramente a la vista que apreciará la falta de coincidencia de las escalas contiguas y que en una de ellas las divisiones son algo más cortas que en la otra. Como el campo del anteojo es mayor de 3 centímetros, el ojo

puede denunciar así incorrecciones de menos de un grado en la inclinación del espejo.

El error que podría entrañar esta incorrección sería debido a la oblicuidad con que la mirada incide en el tubo barométrico, que no haría ya la tangencia en el punto más alto del menisco (fig. 8), y si

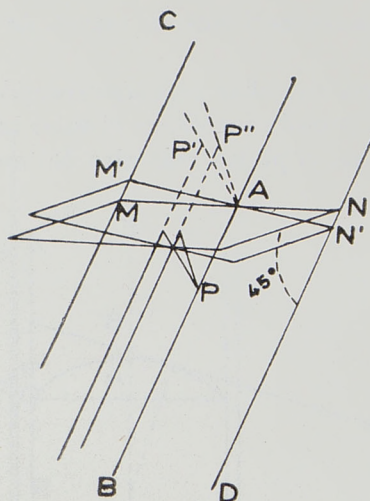


(Figura 8.)

el plano de la escala pasa por el eje del tubo, la lectura se haría en el punto B en vez de hacerse en el A, cometiéndose así un error siempre positivo.

De la misma figura se deduce fácilmente que $AB = (1 - \cos \varepsilon) r / \cos \varepsilon$. Si se supone un menisco esférico de 1,5 mm. de flecha y 10 mm. de diámetro, sería $r = 25$ mm. y para un error $AB = 0,1$ mm. ε valdría 5° y la mitad, o sea $2,5^\circ$, la incorrección del espejo que, como se ha visto, sería denunciada directamente por el observador.

Sea ahora el caso de que el espejo gire un pequeño ángulo alrededor de la línea de máxima pendiente. Sea (fig. 9), CD la regla que lleva grabada la escala AB, MN la intersección del espejo con la regla y AP' la imagen virtual del segmento de escala AP. Si el espejo gira un ángulo ε tal que su intersección MN toma la posición M'N', la imagen AP será AP'', oblicua, y al ser superpuesta con la imagen de la escala inferior aparecerá torcida lateralmente y los bordes de ambas escalas cortándose oblicuamente.



(Figura 9.)

Incorrecciones análogas pueden darse en los prismas o espejos centrales. Si se trata de la primera, ángulo algo diferente de los 45° y esta diferencia es pequeña, la lectura del barómetro no será afectada, y si la diferencia es mayor, no será posible superponer las imágenes de los meniscos hacia el medio del campo del anteojo.

Si se trata de la segunda incorrección, un leve giro sobre la línea de máxima pendiente del prisma, la imagen, como en el caso del espejo, girará alrededor del punto de intersección del plano del prisma con la imagen de la escala prolongada; este punto viene a estar a 40 centímetros del trozo de escala visible por el anteojo y por pequeñísimo que sea el giro se traducirá en una separación de las imágenes de las escalas. Por esta razón la posición de los prismas ha de ser muy exacta, y cuando van unidos al anteojo, como en el tipo I, el movimiento de éste ha de ser perfecto, y la cremallera que se lo imprime deberá coincidir exactamente con una generatriz de su tubo.

Iluminación.

Una buena iluminación de los meniscos y escalas de este barómetro requiere algunas precauciones: la visión de los meniscos ha de ser tal que aparezcan muy oscuros sobre fondo claro la claridad del fondo no debe subir más de un centímetro sobre el menisco

porque se reflejaría parcialmente en su convexidad. La columna de mercurio y la escala debe iluminarse de modo que se vea bien el blanco metálico sin brillos molestos y de modo que no proyecte la sombra del menisco sobre el fondo claro. Con estas condiciones la medida de la presión se hace en condiciones óptimas.

Transporte.

Para el transporte con garantía plena de que no entre aire en la rama cerrada está ésta unida a la abierta después del sifón por un tubo de silicón flexible que puede ser pinzado después de haber inclinado el aparato para que el mercurio llene totalmente la rama cerrada: la abierta se taponará después para el que residuo de mercurio que quede en ella no se derrame.

Limpieza.

Esta unión de las dos ramas por un tubo flexible permite limpiar interiormente la rama abierta. Se apoya al instrumento inclinado para que la rama cerrada quede llena de mercurio, y después, con facilidad, se puede manipular con la rama abierta e introducir en ella una varilla con gamuza para frotar el tubo interiormente.

Los espejos y demás piezas pueden limpiarse con un pincel.

Corrección de temperatura.

A los dos tipos de barómetro descritos se les puede añadir un dispositivo que haga automáticamente las lecturas corregidas de temperatura. El procedimiento consiste en intercalar en la visual dirigida a un menisco o a una escala un prisma cuadrangular de vidrio que da el rayo emergente paralelo al incidente. La inclinación del prisma deprime un rayo con relación al otro, y si esta inclinación es convenientemente regulada por un termómetro metálico, puede permitir la lectura del instrumento perfectamente corregido de temperatura cuando ésta es uniforme en todo él.

M08.
PIT
A 3

GRÁFICAS VIRGEN DE LORETO